

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: Ralf KRÜGER et al.
Title: TRANSMITTED-LIGHT ILLUMINATION DEVICE FOR A
MICROSCOPE
Appl. No.: Unassigned
Filing Date: November 26, 2003
Examiner: Unassigned
Art Unit: Unassigned

CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY Patent Application
No. 102 56 149.4 filed November 29, 2002.

Respectfully submitted,

By



Date: November 26, 2003

FOLEY & LARDNER
Customer Number: 22428
Telephone: (202) 672-5426
Facsimile: (202) 672-5399

Glenn Law
Attorney for Applicant
Registration No. 34,371



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 56 149.4

Anmeldetag: 29. November 2002

Anmelder/Inhaber: Leica Microsystems Wetzlar GmbH, Wetzlar/DE

Bezeichnung: Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop

IPC: G 02 B 21/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stremme

Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop, bei dem das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle
5 durch eine Kollektorlinse, eine Leuchtfeldblende, eine Aperturblende und eine Kondensorlinse hindurch auf die Objektebene einfällt.

Bei Feinstruktur-Untersuchungen ist es wichtig, daß Streulicht vom Präparat fern gehalten wird, da es sonst den Kontrast vermindert und feine Strukturen verwischt. In der Mikroskopie wird das Streulicht ausgeschaltet, wenn lediglich das überschaubare Gesichtsfeld im Präparat
10 beleuchtet wird und der Rest dunkel bleibt. Diese Funktion übernimmt die Leuchtfeldblende. Die Aperturblende hingegen bestimmt wesentlich die Abbildungseigenschaften, die je nach Erfordernissen der unterschiedlichen Präparate in Richtung Kontrast oder Auflösung veränderbar sind. Für die Qualität des mikroskopischen Bildes haben somit beide Blenden eine entscheidende Bedeutung und müssen für die jeweiligen Vergrößerungs- und Objektbedingungen individuell eingestellt werden.
15

- Am Mikroskop ist der Objektivrevolver in der Regel mit einer Vielzahl von Objektiven bestückt. Ihre Auswahl erstreckt sich vom Übersichtsobjektiv bis zu Objektiven höchster Vergrößerung und Auflösung. Damit ist ein schneller Wechsel des Gesichtsfeldes während des Mikroskopierens möglich, es erfordert allerdings auch die jeweilige Anpassung der Beleuchtung. Dies wird durch die Einstellung von Leuchtfeld- und Aperturblende gelöst. Die Anforderungen der Objektive an die Beleuchtung bzgl. auszuleuchtendem Objektfeld und Ausleuchtungswinkel sind jedoch derart unterschiedlich, daß eine Anpassung des geometrischen Flusses innerhalb der Beleuchtung notwendig ist, da Größe und Abstrahlcharakteristik der verwendeten Lichtquellen begrenzt sind. Diese Anpassung des geometrischen Flusses der Beleuchtung wird dadurch realisiert, daß für die einzelnen Vergrößerungsbereiche unterschiedliche Kondensoren in den Strahlengang geschaltet werden.
- Bei den gängigen Mikroskopdurchlichtbeleuchtungen befinden sich Apertur- und Leuchtfeldblende im Stativfuß. Wie in Figur 1 (Stand der Technik) dargestellt, gewährleistet diese Art der Beleuchtung, daß die Aperturblende in die Eintrittspupille der Kondensoren abgebildet wird (Fig.1 A) und die Leuchtfeldblende in die Präparatebene (Fig.1 B). Üblicherweise wird in einer solchen Konfiguration die Beleuchtungsquelle in die Aperturblendenebene abgebildet, was als Köhlerbeleuchtung oder Köhlersche Beleuchtung bezeichnet wird.
- Um den gesamten Vergrößerungsbereich der Objektive von 1x –100x auszuleuchten, werden im Stand der Technik unterschiedliche Kondensorköpfe oder komplexe Kondensoroptiken mit Doppelklappmechanismen, die in den Strahlengang eingeschwenkt werden (Fig.1) beschrieben. Dabei muß gewährleistet sein, daß beide Blendenabbildungen in der oben beschriebenen Weise funktionieren.

Die US 5684625 offenbart eine Beleuchtungseinrichtung mit zwei Schaltstellungen, dem Standardbereich $10\times - 100\times$ und dem Übersichtsbereich $1.6\times - 5\times$. Mit Einschwenken des Übersichtskondensorkopfes wird gleichzeitig mittels komplexer Mechanikkopplung eine Zusatzlinse eingeschwenkt, so daß für den kompletten Vergrößerungsbe-
5 reich die Köhlerbeleuchtung erhalten bleibt. Eine Erweiterung in Richtung Makrobereich bis $1\times$ Objektive ist technisch nicht möglich.

In der JP 9033820A wird eine Beleuchtungseinrichtung mit drei Schaltstellungen beschrieben, dem Standardbereich $10\times - 100\times$, dem Übersichtsbereich $1.6\times - 5\times$ und dem Makrobereich $\geq 1\times$. Mit dieser Beleuchtungseinrichtung erreicht man die Erweiterung des Vergrößerungsbereiches durch eine zusätzliche optische Kaskade. Damit steigen
10 jedoch der Aufwand und das technische Risiko aufgrund des zusätzlichen Kondensorkopfes, des komplexen Schwenkmechanismus der Drei-Kopf-Schaltung im räumlich sehr limitierten Bereich unterhalb des Objektisches und der zusätzlichen Reduzierung des Einbauraumes
15 durch die Kondensorscheibe zur Aufnahme von Lichtringen und DIC-Prismen für die Kontrastverfahren. Für Standard- und Übersichtsbereich gilt das Köhlersche Beleuchtungsprinzip, für den Makrobereich die
20 Kritische Beleuchtung.

Das in der EP 0841584 A2 offenbarte optische Beleuchtungsverfahren sieht zwei Schaltstellungen, den Standardbereich $10\times - 100\times$ und den Übersichtsbereich $1\times - 5\times$ vor. Dieser erweiterte Objektivvergrößerungsbereich kommt mit nur einer einfachen Umschaltung unterhalb
25 des Objektisches aus. Dabei wird der Standardbereich mit einem Kondensorkopf nach dem Köhlerschen Beleuchtungsprinzip realisiert. Für die schwachen Vergrößerungen wird durch Ausschalten des Kondensorkopfes, gleichzeitig eine tiefer angeordnete Baugruppe eingeschaltet, so daß in Summe ein afokales System entsteht, daß nicht

- mehr dem Köhlerschen Beleuchtungsprinzip entspricht. In dieser Konfiguration wird die Leuchtfeldblende des Standardbereiches zur Aperturblende des Übersichts- und Makrobereiches. Die Aperturblende des Standardbereiches übernimmt für die schwachen Objektive jedoch nicht
- 5 die Funktion der Leuchtfeldblende bzw. kann höchstens in grösster Näherung das Sehfeld begrenzen und führt bei Schließen der Blende zu inhomogen ausgeleuchteten Objektfeldern. Diese nicht zufrieden stellende Art der Feldbegrenzung stellt den größten Nachteil dieser Art der Beleuchtung dar.
- 10 Die Anforderungen an das Kondensorsystem sind hoch, da mit dem gleichen optischen System Größenbereiche für Objektive von 1x - 100x ausgeleuchtet werden sollen. Diese Grenzanforderungen können bisher nur komplexe und aufwendige mehrstufige Kondensorsysteme abdecken, die die oben beschriebenen Nachteile mit sich bringen.
- 15 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine einfache Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop bereitzustellen, die eine optimale Feld- und Pupillenausleuchtung in den Bereichen Standard (10x - 100x), Übersicht (1.6x - 5x) und Makro (1x - 1.6x) gewährleistet.
- 20 Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Beleuchtungssystem gelöst, bei dem das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle durch eine Kollektorlinse, eine Leuchtfeldblende, eine Aperturblende und eine Kondensorlinse hindurch auf die Objektebene einfällt, wobei die Kondensorlinse ein- und ausschaltbar ist und zwischen Leuchtfeldblende und Aperturblende eine Fokussierlinse angeordnet ist, die entlang der optischen
- 25 Achse verschiebbar ist.
- Die Anordnung hat den Vorteil, mit nur einem ein- oder ausschaltbaren Kondensorkopf sehr einfach den kompletten Bereich von 1x - 100x optimal beleuchten zu können.

Ausgehend von der EP 0841584 A2 ergeben sich durch den Verzicht der durchgängigen Köhlerbeleuchtung zusätzliche Freiheitsgrade für eine bessere Anpassung des geometrischen Flusses und damit die Möglichkeit sämtliche Vergrößerungen von 1x – 100x mit einer Schalt-
5 stellung zu realisieren. Erfindungsgemäß handelt es sich dabei um einen Kondensorkopf, der nur im Standardbereich eingeschaltet ist. Im Übersichts- und Makrobereich bleibt der Kondensorbereich optikfrei, wobei eine Kollektoroptik, beispielsweise bestehend aus einem ersten und einem zweiten Linsenglied, zusammen mit einer Fokussierlinse für
10 die Durchlichtbeleuchtung die Funktion des Übersichtskondensors für Objektive im Bereich von 1x bis 5x übernimmt. Um den Mangel der unzureichenden Leuchtfeldblende im Übersichtsgebiet zu beseitigen dient, innerhalb der Beleuchtungsachse eine erfindungsgemäß angeordnete Fokussierlinse dazu, die Leuchtfeldblende in die Objektebene
15 zu fokussieren.

Diese Fokussiermöglichkeit ist auch dann besonders vorteilhaft, wenn der Standardkondensor gegen Ölkondensoren, Kondensoren mit langen Arbeitsabständen oder spezielle Dunkelfeldkondensoren ausgetauscht wird. In diesen Fällen kann die Abbildung der Aperturblende in
20 die Eintrittspupille des Kondensors optimal angepaßt werden. Damit ist gewährleistet, daß für fast beliebige Kondensoren sowohl Feld- und Pupillenausleuchtung optimal sind.

In der Zeichnung ist der Erfindungsgegenstand schematisch dargestellt und wird anhand der Figuren nachfolgend beschrieben.

25 Es zeigen:

Figur 1: eine Prinzipdarstellung des Beleuchtungsstrahlengang einer nach dem Stand der Technik bekannten Mikroskopbeleuchtung

Figur 1A: Aperturblenden-Abbildung im Standard-Bereich

Figur 1B: Leuchtfeldblendenabbildung im Standard-Bereich

Figur 2: eine Prinzipdarstellung des Beleuchtungsstrahlengang der erfindungsgemäßen Mikroskopdurchlichtbeleuchtung

5 **Figur 2A:** Aperturblenden-Abbildung im Standard-Bereich

Figur 2B: Leuchtfeldblendenabbildung im Übersichts- bzw. Makro-Bereich

10 **Figur 1 A** zeigt schematisch den Beleuchtungsstrahlengang einer bekannten Mikroskopbeleuchtung im Standardvergrößerungsbereich, bei der das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle 1 durch eine Kollektorlinse 2 und eine Aperturblende 3 in die Eintrittspupille eines ersten Kondensors 5 abgebildet wird.

15 **Figur 1 B** zeigt schematisch den Beleuchtungsstrahlengang einer aus dem Stand der Technik bekannten Mikroskopbeleuchtung im Standardvergrößerungsbereich, bei der das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle 1 durch eine Kollektorlinse 2 und eine Leuchtfeldblende 4 über einen ersten Kondensor 5 in das Objekt 7 abgebildet wird.

20 Für eine Kondensoroptik mit Einstellung im Makro- oder Standardbereich muß der erste Kondensor 5 aufwendig gegen einen zweiten Kondensor 6 ausgewechselt werden, mit den zuvor beschriebenen Nachteilen.

25 Die erfindungsgemäße Mikroskopdurchlichtbeleuchtung ist in Figur 2 schematisch dargestellt. Figur 2 A zeigt den Beleuchtungsstrahlengang, der vorzugsweise für Standardvergrößerungen (10x – 100x) verwendet wird, wobei das optische System von der Lichtquelle bis zur Oberfläche des Präparates 7 dem Köhlerschen Beleuchtungsprinzip entspricht. Hier wird das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle 1 durch eine Kollektor-

linse 2 und eine Aperturblende 3 in die Eintrittspupille eines bewegbaren Kondensors 5 abgebildet. Die Bewegung des Kondensors 5 ist mit einem Pfeil kenntlich gemacht.

Figur 2 B zeigt schematisch den Beleuchtungsstrahlengang der vorzugsweise für geringe Vergrößerungsbedingungen ($1\times - 5\times$) verwendet wird, wobei das optische System von der Lichtquelle 1 bis zur Oberfläche des Präparates 7 dem Kritischen Beleuchtungsprinzip entspricht, d.h. die Lichtquelle wird in das Objekt 7 abgebildet. Gegenüber der Konfiguration in Figur 2A wird der Kondensor 5 ausgeschwenkt (die Bewegung ist mit Pfeil kenntlich gemacht) und eine Fokussierlinse 8 verschoben (die Bewegung ist mit Pfeil kenntlich gemacht), so daß nun die Leuchtfeldblende 4 in das Objekt 7 abgebildet wird. Der Kondensor 5 wird dabei mechanisch oder elektrisch zur Seite oder nach unten aus dem Strahlengang geschwenkt. Gegenüber Figur 2A sind weiterhin die Funktionen der Blenden vertauscht, die Leuchtfeldblende 4 wird zur Aperturblende 3 und umgekehrt.

Durch Ausschwenken des Kondensors 5 entsteht eine optikfreie Anordnung. In dieser Anordnung entfällt der aufwendige Wechsel von Kondensoroptiken (besonders in automatisierten Mikroskopen), wobei dennoch ein besonders großer Vergrößerungsbereich verwendet werden kann, der von sehr großen Vergrößerungen (Bsp.: $10\times - 100\times$) bis zu geringen Vergrößerungen (Bsp.: $1\times - 5\times$) reicht.

Der Mangel der unzureichenden Leuchtfeldblende im Übersichtsbereich wird dabei durch eine erfindungsgemäße Fokussierlinse 8 behoben, die innerhalb der Beleuchtungsachse dazu dient, die Leuchtfeldblende 4 in die Objektebene 7 zu fokussieren. Die Fokussierlinse 8 ist entlang der optischen Achse beweglich angeordnet, die Steuerung erfolgt mechanisch oder elektrisch über einen Spindelmotor.

Bezugszeichenliste

- 1 Lichtquelle
- 2 Kollektor
- 3 Aperturblende
- 4 Leuchtfeldblende
- 5 Erster Kondensor
- 6 Zweiter Kondensor
- 7 Präparat/Objekt
- 8 Fokussierlinse
- 9 Erstes Linsenglied
- 10 Zweites Linsenglied

Patentansprüche

- 5 1) Eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop, bei dem das Beleuchtungslicht einer Lichtquelle (1) durch eine Kollektorlinse (2), eine Leuchtfeldblende (4), eine Aperturblende (3) und eine Kondensorlinse (5) hindurch auf die Objektebene einfällt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kondensorlinse (5) ein- und ausschaltbar ist und zwischen Leuchtfeldblende (4) und Aperturblende (3) eine entlang der optischen Achse verschiebbare Fokussierlinse (8) vorgesehen ist.
- 10 2) Eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ein- und Ausschalten der Kondensorlinse (5) mechanisch oder mit Hilfe einer Ansteuervorrichtung erfolgt.
- 15 3) Eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die Steuerung der Fokussierlinse entlang der optischen Achse ein Spindelmotor vorgesehen ist.
- 20 4) Eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es für eine Durchlichtbeleuchtung ausgebildet ist.
- 5) Eine Durchlichtbeleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Kondensoren im Bereich Standard (10x - 100x), Übersicht (1.6x - 5x) und Makro (1x - 1.6x) verwendbar sind.

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine einfache Beleuchtungseinrichtung für ein Mikroskop, die eine optimale Beleuchtung in den Bereichen
5 Standard (10x - 100x), Übersicht (1.6x – 5x) und Makro (1x - 1.6x) gewährleistet. Sie besteht aus einem Beleuchtungssystem mit nur einem ein- oder ausschaltbaren Kondensorkopf, der den kompletten Bereich von 1x - 100x optimal beleuchten kann und einer beweglich angeordneten Fokussierlinse, die für optimale Anpassung der Beleuchtung an die
10 Eintrittspupille unterschiedlichster Kondensoren sorgt.

Fig. 2 B



